

PARTIAL TRANSLATION OF JP 10-124477 A FOR IDS

(19) Japanese Patent Office
(12) Official Gazette (A)
(11) Publication Number: Hei 10-124477
(43) Date of Publication: May 15, 1998
(51) Int. Cl. G06F 17/00
17/30

Request for Examination: Not yet submitted

Number of Claims: 6 (total 9 pages)

(21) Application Number: Hei 8-279059
(22) Date of Filing: October 22, 1996
(71) Applicant: Hitachi, Ltd.
[Translation of Address Omitted]
(71) Applicant: Hitachi Building Systems Co., Ltd.
[Translation of Address Omitted]
(72) Inventor: Hidenori UENO
[Translation of Address Omitted]
(72) Inventor: Toshiyuki SAKUMA
[Translation of Address Omitted]
(72) Inventor: Eri KOSHISHIBA
[Translation of Address Omitted]
(72) Inventor: Tsutomu TSUYAMA
[Translation of Address Omitted]

(54) **【Title】 Failure Diagnostic Method**

[Page (5) col. 7 line 44 – page (6) col. 10 line 19]

[0040] [Operation of failure diagnostic system] Next, the operation of a failure diagnostic system according to the present invention will be described with reference to FIG. 7 and FIG. 8. FIG. 7 shows a display screen of the failure diagnostic system according to the present invention. FIG. 8 is a flowchart showing a diagnostic procedure in the failure diagnostic system according to the present invention.

[0041] First, when a failure occurs, in S1, a user uses an input device 111 to input intrinsic information of a failed product (such as a product name 702, a model 703, a production number 704, etc.) and a failure phenomenon 709 (S1). Also, items 705 to be given priority when the user checks for a

requirement for establishing failure and constraints 706 are inputted. The priority items 705 refer to items that should be given priority in the investigation, and they are "time," "costs," "narrowing ability" and "difficulty level" in the example shown in FIG. 7. Among these priority items, the "time" indicates that the investigation is started from what takes less time, and the "costs" indicate that the investigation is started from what takes lower costs. Further, the "narrowing ability" means that the investigation is started from what has a higher narrowing ability. In this manner, more matters can be examined with a single investigation item, so that causes of failure are expected to be determined quickly. The "difficulty level" indicates that the investigation should be started from items that are easy to investigate. This would be an effective investigation item when an investigator is not skilled.

[0042] This example shows that, even if the difficulty level is high and the costs are fairly high, the time should be given priority so as to conduct the investigation promptly. Further, although only a single item can be selected as the priority item in this example, it also is conceivable to number the priority items, thus setting priorities for these priority items.

[0043] The constraints 706 are specific conditions constraining the investigation. As the constraints, the example shown in FIG. 7 indicates that the number of personnel available for the investigation is one and a device usable for the investigation is a tester. When there is any investigation item against the constraints 706, the system may be designed to give an alarm or not to display it in an investigation item list 708, which will be described in the following.

[0044] Next, constituent parts that are considered to be failing from the failure phenomenon, the degrees of causality between the failure phenomenon and each constituent part (a failure rate or the number of times that the constituent part was identified as failing in the past; both are displayed in the example shown in FIG. 7), the investigation items necessary for identifying the constituent part as failing and the number of

times of investigations necessary until the constituent part is identified as failing are displayed in a failed part candidate list 707 (S2).

[0045] Then, in the failed part candidate list 707, in principle, candidates for the failed part are displayed in the order of descending degrees of causality with respect to the failure phenomenon. Which of the failure rate and the number of times of failures is given importance can be set switchable by a user with a command or the like. Also, the failure rate is always given priority when assigning the order in the failed part candidate list 707, and in the case where the failure rate is not provided or not determined, it may be calculated from the number of times of failures according to a certain criterion.

[0046] Further, at the time of assigning the order according to the degree of causality, in the case of deciding the degree of causality according to the failure rate, for example, if the difference in failure rate between the first candidate and candidates from the second candidate on down is smaller than a discriminant β , the failed part candidates having a small number of the necessary investigation times may be checked for the establishment requirement. This is for an occasion in which an investigation efficiency is given importance, for example, it may only require a fewer times of investigation than the difference in failure rate. The degree of causality according to the number of times also may be decided in a similar manner.

[0047] When selecting an investigation item regarding a relay in the candidates for failed part, it is appropriate to click a portion where it is displayed in the failed part candidate list 707 with a mouse.

[0048] Then, the investigation item list 708 necessary for identifying the failed constituent part is listed up in an investigation item listing (S3). In the example shown in FIG. 7, the display screen 701 displays time required for each investigation item, costs, a difficulty level, personnel, a narrowing ability and a used device in the investigation item list 708.

[0049] The investigation items are ordered by the priority item and constraints preset by the user and displayed in this order on the

investigation item list 708. At the time of deciding the investigation order, in the case where the user aims at shortening the time for recovering from failure, for example, it is reasonable to use the time and the narrowing ability in combination as the priority items, compare the investigation item having the shortest investigation time and the investigation items from that having the second shortest investigation time on down and, if the difference therebetween is equal to or smaller than a criterial value α , execute the investigation from an investigation having a higher narrowing ability. By allowing a user to change the priority of the investigation items and their combination freely in this manner, the flexibility of investigation can be increased.

[0050] Subsequently, the user carries out the investigation regarding the investigation items with a higher order (S4). At this time, if the costs are given priority, the investigation is carried out from the investigation items requiring lower costs, and if the time is given priority, the investigation is carried out from the investigations requiring less time.

[0051] When it comes to a failed part "relay," if the "relay" actually is failed, all the investigation items serving as the requirement for establishing failure are checked regardless of whether costs or time is given priority. On the other hand, in the process of checking the requirement for establishing failure, if it turns out that the requirement for establishing failure is not satisfied (in other words, the "relay" is not failing), resultingly, costs can be suppressed in the case of giving priority to the costs because the investigation has been carried out from the investigation items requiring lower costs, while time required for the investigation can be suppressed in the case of giving priority to the time because the investigation has been carried out from the investigations requiring less time.

[0052] After executing the investigation regarding the investigation items, the user inputs the results in an investigation result section 710 in FIG. 7.

[0053] Then, based on the inputted investigation results, the system checks all the requirements for establishing failure on the table 203 shown in FIG.

2 (including not only the "relay" but also the other requirements for establishing failure such as "transformer" and "door motor").

[0054] If the investigation results do not satisfy the requirements for establishing failure (S5), this constituent part is judged not to be failing, and then, regarding the candidates for failed part having a high degree of causality, necessary investigation items are displayed on the investigation item list 708. If they satisfy the requirements for establishing failure, the operation moves on to S6. For the items not satisfying the requirements for establishing failure, "Not established" is entered as the requirement for establishing failure in the failed part candidate list 707. In other words, the failed part entered as "Not established" is confirmed to be irrelevant to the failure.

[0055] If a failure is established after executing all the investigation items contained in the requirements for establishing failure ("resistance check" and "input voltage check" in the case of the "relay") (S6), "Established" is displayed for the establishment requirement in the failed part candidate list 707, and the operation moves on to S7. If not all is executed, then the operation moves on to S4 and forms a loop.

[0056] If the failed constituent part is identified by checking the requirements for establishing failure (S6) and an actual remedy is applied and then the failed part is recovered (S7), the number of times of failure in an operating time is updated. If the remedy does not result in recovery, the operation moves on to S3, where the candidates for failed part are reselected. When the failure is recovered in this manner, the failure diagnosis is ended.

[Page (7), FIG. 2]

FIG. 2

201

(a)

| Product | Model | Failure phenomenon | Failed part |
|-------------|-------|---------------------|-------------|
| AC elevator | B | Door will not close | Relay |
| AC elevator | B | Door will not close | Transformer |
| DC elevator | A | Door will not open | Door motor |
| | | : | |

202

(b)

| Product | Model | Failed part | Remedy |
|-------------|-------|-------------|-------------|
| AC elevator | B | Relay | Replacement |
| AC elevator | B | Transformer | Replacement |
| DC elevator | A | Door motor | Put oil |
| | | : | |

203

(c)

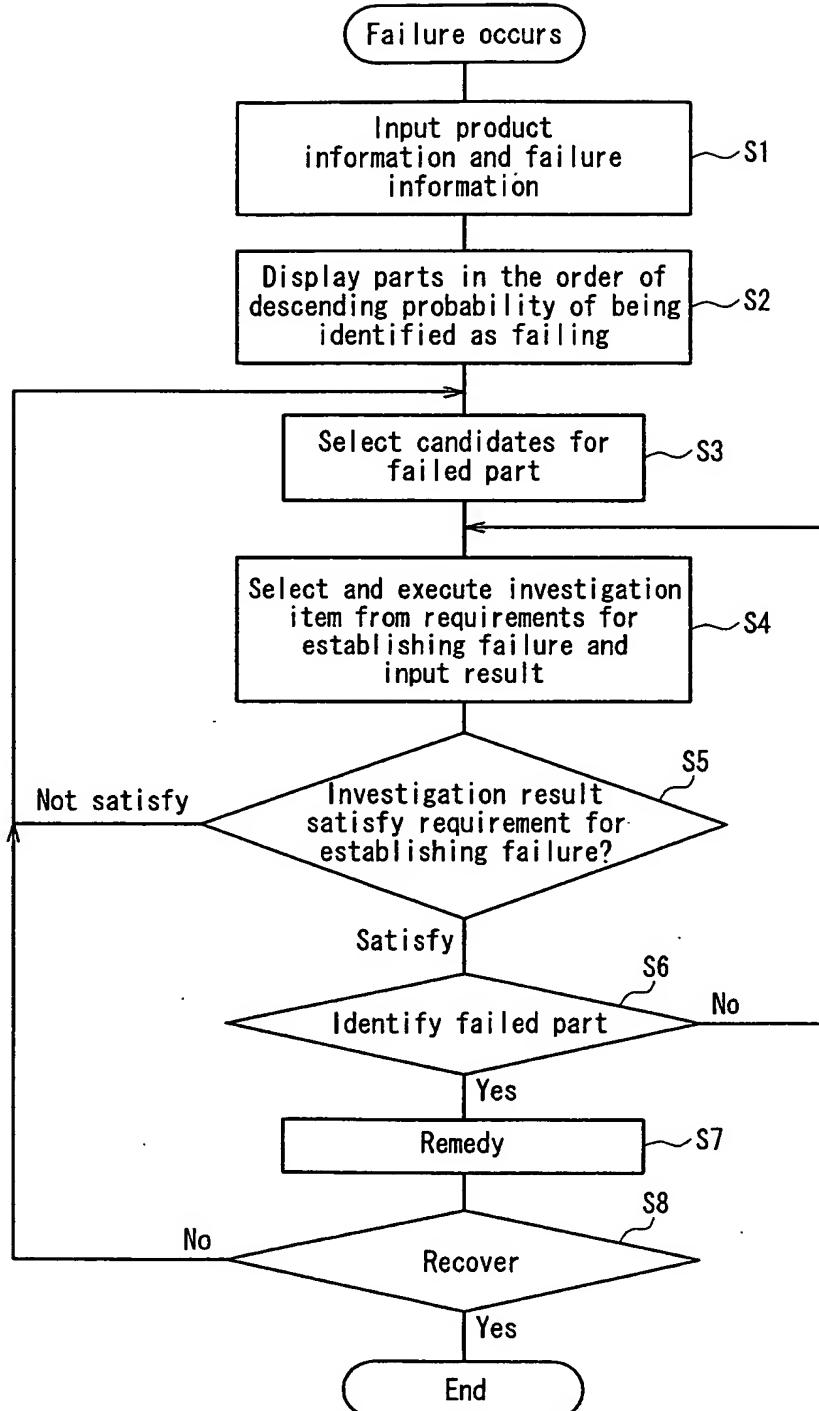
| Product | Model | Failure phenomenon | Failed part | Requirement for establishing failure |
|-------------|-------|---------------------|-------------|--------------------------------------------------|
| AC elevator | B | Door will not close | Relay | Resistance check (OK), input voltage check (NG) |
| AC elevator | B | Door will not close | Transformer | Resistance check (NG), input voltage check (NG) |
| AC elevator | B | Door will not close | Door motor | Resistance check (NG), output current check (NG) |
| | | : | | |

[Page (8), FIG. 7]

FIG. 7

| | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------|--------------------------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------|-------------|
| Product name | AC elevator | Model | B | Production number | B-1000001 | Failure phenomenon | Door will not close | |
| Priority item | <input checked="" type="radio"/> Time <input type="radio"/> Costs <input type="radio"/> Narrowing ability <input type="radio"/> Difficulty level | 705 | 703 | 704 | 701 | 709 | | |
| Constraints | | | Personnel | 1 | | | | |
| 706 | | | Used device | Tester | | | | |
| Order | Failed part candidate | Number of times of failures | Failure rate | Required number of times of investigations | Establishment requirement | 707 | | |
| 1 | Relay | 10 | 0.005 | 2 | | | | |
| 2 | Transformer | 5 | 0.002 | 2 | | | | |
| 3 | Buffer | 1 | 0.001 | 2 | | | | |
| Investigation item required for failed part candidate Relay | | | | | | | | |
| Order | Investigation item | Result | Time [min.] | Cost (¥) | Difficulty level | Personnel | Narrowing ability | Used device |
| 1 | Input voltage check | | 1 | 5,000 | C | 1 | 3 | Tester |
| 2 | Resistance check | | 2 | 3,000 | A | 1 | 2 | Tester |
| Result of selected investigation Input voltage check | | | | | Investigation result | | | |

FIG. 8



* * * * *

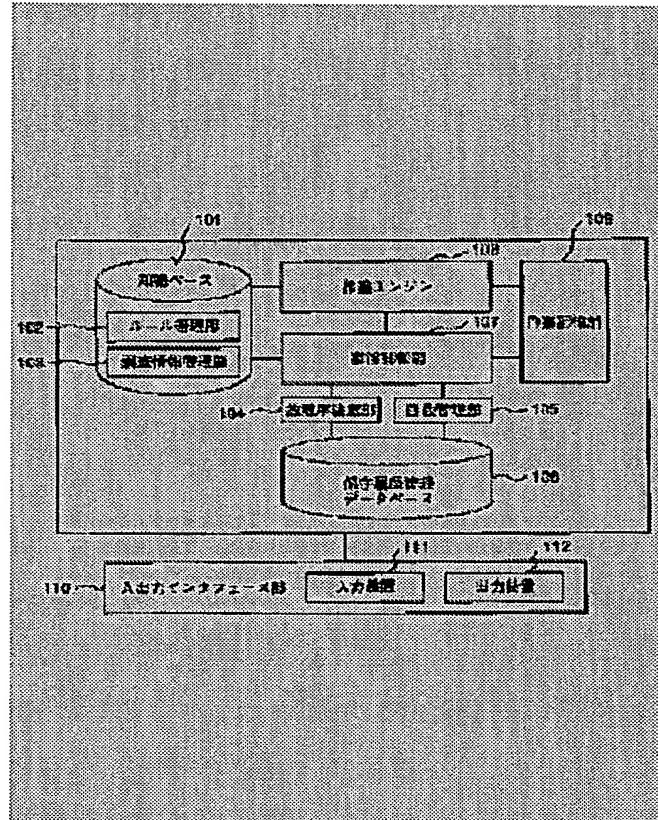
METHOD FOR DIAGNOSING FAULT

Patent number: JP10124477
Publication date: 1998-05-15
Inventor: UENO HIDENORI; SAKUMA TOSHIYUKI; KOSHISHIBA ERI; TSUYAMA TSUTOMU
Applicant: HITACHI LTD.; HITACHI BUILDING SYST CO LTD
Classification:
 - international: G06F17/00; G06F17/30
 - european:
Application number: JP19960279059 19961022
Priority number(s):

Abstract of JP10124477

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain proper fault diagnosis according to a situation by quantitatively evaluating a causal relationship between a fault and the cause of the fault and presenting items for investigation in the order of the investigation in detail according to the priority condition of investigation.

SOLUTION: An investigation item record has an investigation condition such as a time and costs. Then, the pertinent investigation record is retrieved from a product object which breaks down and the fault phenomenon, and the priority order of the investigation condition of the investigation item is inputted, and the retrieved investigation item records are ranked according to the order, and presented in a displaying means as an investigation item list. Also, in a fault diagnosing system, a knowledge base 101 is constituted of a rule managing part 102 and an investigation information managing part 103. A fault/phenomenon site relationship table provided at the rule managing part 102 holds and manages a causal relationship between the fault site and the constituting site as a pair, and a fault site/countermeasure relationship table holds and manages the constituting site which breaks down and the countermeasure corresponding to it as a pair.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Patent Abstracts of Japan

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-124477

(43)公開日 平成10年(1998)5月15日

(51)Int.Cl.⁸
G 0 6 F 17/00
17/30

識別記号

F I
G 0 6 F 15/20
15/40
15/403

F
3 7 0 Z
3 4 0 A

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全9頁)

(21)出願番号

特願平8-279059

(22)出願日

平成8年(1996)10月22日

(71)出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(71)出願人 000232955
株式会社日立ビルシステム
東京都千代田区神田錦町1丁目6番地
(72)発明者 上野 英徳
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内
(72)発明者 佐久間 敏行
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内
(74)代理人 弁理士 高橋 明夫 (外1名)

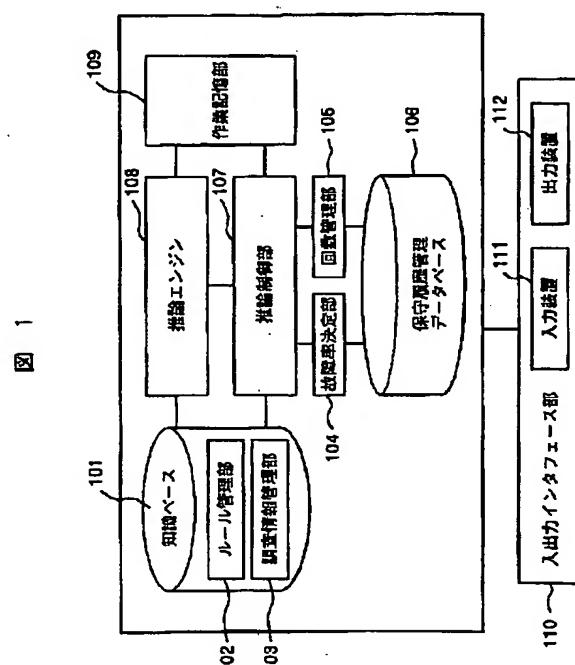
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 故障診断方法

(57)【要約】

【課題】製品の故障対策の故障診断方法において、その調査のための調査項目を、調査の優先条件に応じてきめ細かく調査すべき順位を提示することによって、状況に応じて適切な故障診断をおこなうことができるようとする。

【解決手段】故障した製品対象と故障現象を入力して、対策のための調査項目を提示する故障診断方法において、調査項目レコードは、時間、コスト等の調査条件を有し、故障した製品対象と前記故障現象から、該当する調査項目レコードを検索し、調査項目の有する調査条件の優先する順位を入力して、その順位によって、検索された調査項目レコードを順位づけて、調査項目リストとして前記表示手段に提示する。また、調査人員、装置という制約条件を設け、この制約条件に合わない調査項目については、警告を発するようにする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 故障診断システムを用いて、故障した製品対象と故障現象を入力して、対策のための調査項目を提示する故障診断方法において、

この故障診断システムは、

故障した製品対象と故障現象を入力する手段と、

調査項目レコードのデータベースと、

前記調査項目レコードを並び替える手段と、

前記調査項目レコードを検索する手段と、

前記調査項目レコードを調査項目リストとして表示する表示手段とを備え、

前記調査項目レコードは、一つ以上の調査条件を有し、
入力された前記故障した製品対象と前記故障現象から、
前記調査項目レコードを検索する手段によって、前記調査項目レコードのデータベースから、該当する調査項目レコードを検索し、

前記調査項目の有する調査条件に対して、優先する順位を入力して、

その順位によって、前記検索された調査項目レコードを順位づけて、調査項目リストとして前記表示手段に提示することを特徴とする故障診断方法。

【請求項2】 前記調査項目レコードの調査条件が、
調査に要する時間、調査に要するコスト、その調査項目によって調査できる個所の多さを表す絞り込み能力、調査のための難易度の内の一つまたは複数の組合せであることを特徴とする請求項1記載の故障診断方法。

【請求項3】 調査のための制約条件を入力する手段を有し、

前記調査項目レコードを検索する手段によって、前記調査項目レコードのデータベースから、該当する調査項目レコードを検索された調査項目レコードの内で、入力された制約条件に合わないものがあるときには、その旨警告を発することを特徴とする請求項1記載の故障診断方法。

【請求項4】 前記制約条件が、
調査に要する人員、調査に要する装置であることを特徴とする請求項3記載の故障診断方法。

【請求項5】 故障診断システムを用いて、故障した製品対象と故障現象を入力して、対策のための故障部位候補を提示する故障診断方法において、

この故障診断システムは、

故障した製品対象と故障現象を入力する手段と、

故障部位候補レコードのデータベースと、

故障部位候補レコードを並び替える手段と、

故障部位候補レコードを検索する手段と、

故障部位候補レコードを故障部位候補リストとして表示する表示手段とを備え、

故障部位候補レコードは、故障現象との因果関係の強さをあらわす故障回数と故障率とを有し、

さらに、この故障診断システムは、故障回数から故障率

を求める手段を具備し、

前記故障した製品対象と前記故障現象から、前記故障部位候補レコードを検索する手段によって、前記故障部位候補レコードのデータベースから、該当する調査項目レコードを検索し、

対象となる故障部位候補の故障率が未知のときには、前記故障回数から故障率を求める手段によって、故障回数から故障率を求めて、

各々故障部位候補レコードの有する故障率の大きさにより、前記検索された故障部位候補レコードを順位づけて、前記故障部位候補リストとして前記表示手段に提示することを特徴とする故障診断方法。

【請求項6】 さらに、この故障診断システムは、故障部位候補と調査項目の関係を保持するデータベースを有し、

請求項5記載の故障診断方法によって、前記順位づけて表示された故障部位候補リストのなかから、故障部位候補を選択し、

その選択された故障部位候補に関連する調査項目レコードを検索し、
この検索された調査項目レコードを、請求項1ないし請求項4記載のいずれかの故障診断方法によって、調査項目リストとして前記表示装置に提示することを特徴とする故障診断方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、故障診断方法に係り、製品が故障や異常を起こした場合に、故障または異常からの復旧を支援するシステム上で用いられる方法であつて、特に、故障のための調査の条件が細かく分析できる対象に用いて好適であつて、故障の調査に関する条件に関して、何を優先して調査するかを細かく指定できる故障診断方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、コンピュータを用いて、製品や工場設備の故障診断をする技術が知られている。このような技術の内で、例えば、特開平3-108612号公報の「故障診断装置」には、あらかじめ起こり易さの順に並べられた故障原因を、観測事象の成立する確からしさと因果関係の強さの情報から並び替える故障診断装置に関する技術を開示している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記特開平3-108612号公報記載の技術は、故障の観測事象から見て、故障原因をおこりやすいと考えられる順番でユーザに提示して、故障対策に役立てようとするものである。しかしながら、この技術によれば、原因の起こり易さが過去に原因と特定された回数で表してあり、もし稼働時間によって故障を起こす構成部位に傾向がある場合は、単に過去の故障回数を考慮しただけでは故障原因を絞り込む

時間を増加させてしまう恐れがある。

【0004】また、これは故障復旧時間の短縮だけを目的としており、調査に必要なコストや故障発生した現場の制約条件（現場にいる人員、現場にある装置等の条件）は考慮していない。そのため、故障の原因は、実際には、調査の制約条件に分かっても調査のためには迅速な対応をとることができない問題点があった。

【0005】さらに、実際の調査をするにあたっての条件は、複雑であって、コストはかかっても、時間を優先して早急に対策する必要がある場合、あるいは逆に、時間は、ある程度かかっても、コストを抑えたい場合など様々である。上記従来技術は、このような調査のための様々な条件に対しては考慮されておらず、調査条件に適したアクションをユーザに提示することができないという問題点があった。

【0006】本発明は、上記従来技術の問題点を解決するためになされたもので、その目的は、製品の故障対策の故障診断方法において、故障と故障の原因の因果関係を定量的に評価し、かつ、その調査のための調査項目を、調査の優先条件に応じてきめ細かく調査すべき順位を提示することによって、状況に応じて適切な故障診断をおこなうことができる故障診断方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためには、本発明に係る故障診断方法の構成は、故障診断システムを用いて、故障した製品対象と故障現象を入力して、対策のための調査項目を提示する故障診断方法において、この故障診断システムは、故障した製品対象と故障現象を入力する手段と、調査項目レコードのデータベースと、前記調査項目レコードを並び替える手段と、前記調査項目レコードを検索する手段と、前記調査項目レコードを調査項目リストとして表示する表示手段とを備え、前記調査項目レコードは、一つ以上の調査条件を有し、入力された前記故障した製品対象と前記故障現象から、前記調査項目レコードを検索する手段によって、前記調査項目レコードのデータベースから、該当する調査項目レコードを検索し、前記調査項目の有する調査条件に対して、優先する順位を入力して、その順位によって、前記検索された調査項目レコードを順位づけて、調査項目リストとして前記表示手段に提示するようにしたものである。

【0008】より詳しくは、上記故障診断方法において、前記調査項目レコードの調査条件が、調査に要する時間、調査に要するコスト、その調査項目によって調査できる個所の多さを表す絞り込み能力、調査のための難易度の内の一つまたは複数の組合せであるようにしたものである。

【0009】また別に詳しくは、上記故障診断方法において、調査のための制約条件を入力する手段を有し、前

記調査項目レコードを検索する手段によって、前記調査項目レコードのデータベースから、該当する調査項目レコードを検索された調査項目レコードの内で、入力された制約条件に合わないものがあるときには、その旨警告を発するようにしたものである。

【0010】より詳しくは、上記故障診断方法において、前記制約条件が、調査に要する人員、調査に要する装置であるようにしたものである。

【0011】また、上記目的を達成するために本発明に係る故障診断方法の別の構成は、故障診断システムを用いて、故障した製品対象と故障現象を入力して、対策のための故障部位候補を提示する故障診断方法において、この故障診断システムは、故障した製品対象と故障現象を入力する手段と、故障部位候補レコードのデータベースと、故障部位候補レコードを並び替える手段と、故障部位候補レコードを検索する手段と、故障部位候補レコードを故障部位候補リストとして表示する表示手段とを備え、故障部位候補レコードは、故障現象との因果関係の強さをあらわす故障回数と故障率とを有し、さらに、この故障診断システムは、故障回数から故障率を求める手段を具備し、前記故障した製品対象と前記故障現象から、前記故障部位候補レコードを検索する手段によって、前記故障部位候補レコードのデータベースから、該当する調査項目レコードを検索し、対象となる故障部位候補の故障率が未知のときには、前記故障回数から故障率を求める手段によって、故障回数から故障率を求めて、各々故障部位候補レコードの有する故障率の大きさにより、前記検索された故障部位候補レコードを順位づけて、前記故障部位候補リストとして前記表示手段に提示するようにしたものである。

【0012】さらに、別の構成は、さらに、この故障診断システムは、故障部位候補と調査項目の関係を保持するデータベースを有し、上記第一の故障診断方法によって、前記順位づけて表示された故障部位候補リストのなかから、故障部位候補を選択し、その選択された故障部位候補に関する調査項目レコードを検索し、この検索された調査項目レコードを、上記第二の故障診断方法によって、調査項目リストとして前記表示装置に提示するようにしたものである。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る一実施形態を、図1ないし図8を用いて説明する。本実施形態は、エレベーターの故障を診断する場合を例に採り、説明するものとする。

【故障診断システムのシステム構成】先ず、図1ないし図6を用いて本発明に係る故障診断システムのシステム構成について説明する。図1は、本発明に係る故障診断システムのシステム構成図である。図2は、知識機ベースに保持される諸テーブルの例を示す図である。図3は、故障率管理テーブルの一例を示す図である。図4

5
は、故障回数管理テーブルの一例を示す図である。図5
は、製造日管理テーブルと修理・交換履歴テーブルの一
例を示す図である。図6は、調査条件管理テーブルと調
査項目関連テーブルの一例を示す図である。

【0014】故障診断システムは、知識ベース101と
保守履歴管理データベース106と確率決定部104と
回数管理部105と推論エンジン108と推論制御部1
07とインターフェース110と作業記憶部109とを有
する。このように、本システムは、知識ベースに基づいて
推論エンジンが推論をおこなうエキスパートシステム
の一般的な構成に成っている。知識ベース101は、ル
ール管理部102と調査情報管理部103から構成され
る。

【0015】ルール管理部102は、図2に示すように
(a) 故障現象-故障部位関連テーブル201、(b)
故障部位-対策方法関連テーブル202を具備してい
る。また、調査情報管理部は、(c) 故障条件管理テ
ーブル203を具備している。故障現象-故障部位関連テ
ーブル201は、故障現象と構成部位の因果関係を対
して保持し、管理するテーブルである。

【0016】故障部位-対策方法関連テーブル202
は、故障している構成部位とそれに対応する対策方法
を対して保持し、管理するテーブルである。

【0017】故障成立条件管理テーブル203は、故障
成立条件を、それぞれの故障現象と故障部位に対応して
保持し、管理するテーブルである。ここで、故障成立条
件とは、故障現象に対して構成部位が故障であるとされ
るための条件あり、構成部位が故障であることを特定す
るために必要な調査項目とその調査結果からなって
いる。

【0018】この図2(c)の例で説明すると、故障現
象「ドア閉まらず」が発生した場合に故障を起こしてい
る構成部位が「リレー」であることの故障成立条件は、
調査項目「抵抗値確認」において、調査結果が「OK」
となり、かつ調査項目「入力電圧確認」において、調査
結果が「NG」となることである。すなわち、故障現象
「ドア閉まらず」が発生した場合に調査員が、この二つ
の項目を調査して、上記のような結果が得られたとき
に、故障部位が「リレー」であると特定できることにな
る。

【0019】故障率決定部104は、故障現象発生時
におけるエレベータの構成部位の稼動時間における故障率
を決定する機能を有している。

【0020】ここで、故障率とは、各構成部位の故障の
起りやすさの度合いを示す指標であり、例えば、信頼性試
験や過去の故障データに基づいて求めることができる。
いわば、故障率は、故障現象と構成部位の因果関係の強
さを表す故障発生の確率であるといふことができる。

【0021】この故障率は、図3に示される故障率管理
テーブル301に保持されている。故障率管理テーブル

301は、故障率303を製品の形式、構成部位ごとに
持ち、また、稼動時間302を範囲に分けて、それぞれ
違った故障率303を持っている。これは、製品は、稼
動時間によって、故障率が変化するためである。なお、
図3に示す例では、稼動時間の幅が同じになっている
が、構成部位ごとに故障率を管理する稼動時間の幅が違
っていてもよい。また、あらかじめ稼動時間と故障率の
関係を関数の形でまとめておき、故障率を求めてよい。

10 【0022】回数管理部105は、構成部位が過去に故
障と特定された故障回数を管理する機能を有している。

【0023】故障回数も、故障率同様に故障現象と構成
部位の因果関係の強さを表す指標であるといふことができる。

【0024】この故障回数は、図4に示される故障回数
管理テーブル401に保持されている。故障回数管理テ
ーブル401も、故障回数403を製品の形式、構成部
位ごとに持ち、また、稼動時間402を範囲に分けて、
それぞれ違った故障回数403を持っている。また、故
障回数管理テーブル401でも構成部位ごとに故障回数
を管理する稼動時間の幅が違っていてもよい。

20 【0025】ここで、故障回数とは、エレベータの管理
会社が管理しているエレベータについて過去に、顧客
の所で現に起った故障の回数であると考えられる。したが
って、上記のように、故障現象と構成部位の因果関係の
強さを表す尺度として、故障率と故障回数という概念の
二つを導入したが、故障事例が少ない場合は、故障率を
用いればよいし、故障事例が多く集まっている場合は、
故障回数を用いればよい。または、これらを両方有し、
併用してもよい。

30 【0026】また、故障率が、必ずしも得られていない
部品もある。その場合には、故障回数より、一定の基準
により故障率を求めることも考えられる。

【0027】保守履歴管理データベース106は、図5
に示されるように(a) 製造日管理テーブル501、
(b) 修理・交換履歴テーブル502から構成されてい
る。製造日管理テーブル501は、製品の製造日を管理
するテーブルである。

【0028】修理・交換履歴テーブル502は、過去に
40 製品の構成要素の修理、交換した履歴を管理するテ
ーブルである。これにより構成部位を修理交換しながら使
用する場合でも、構成部位の稼動時間等を的確に把握す
くことができる。

【0029】推論制御部107は、構成部位の稼動時間
における故障率、構成部位の稼動時間における故障回
数、故障診断を行う上でユーザーの優先する項目(時間、
コスト等)、制約条件(人員等)から調査の優先順位を
決定する機能を有する。また、調査の絞り込み能力を計
算する機能を持つ。

50 【0030】推論エンジン108は、知識ベースに格納

されたルールに基づいて推論する機能を有する。

【0031】調査情報管理部103は、図6に示されるように(a)調査条件管理テーブル601と、(b)調査項目関連テーブル602を保持している。

【0032】調査条件管理テーブル601は、製品の調査項目ごとに、調査に必要なコスト、時間、人員、装置と調査絞り込み能力を管理するテーブルである。

【0033】調査項目関連テーブル602は、調査項目とそれが関係ある部位を管理するテーブルであり、また、「絞り込み能力」の欄も有している。

【0034】ここで、調査の「絞り込み能力」について説明しよう。

【0035】調査項目には、図2(c)の調査項目「抵抗値確認」のように、複数の部位の故障成立条件の調査項目として使われている場合がある。

【0036】図2に示されているように、「リレー」「トランジスト」「ドアモータ」の3つの構成部位において、「抵抗値確認」が、故障成立条件の調査項目として使われているとする。このとき、調査項目「抵抗値確認」をおこなえば、一回の調査で3つの部位の故障の成立条件を同時にチェックすることができる。

【0037】この結果、仮りに「リレー」が故障していないとしても「トランジスト」「ドアモータ」といった構成部位の故障成立条件をチェックしているので、結果的に早く故障を特定できる可能性が高い。すなわち、調査の絞り込み能力はチェックできる構成部位の数に等しく、調査項目「抵抗値確認」の例では、絞り込み能力は、3となる。また、前におこなった調査の結果、「トランジスト」が、故障成立条件を満たしていないことが分かっていれば、「抵抗値確認」の絞り込み能力は、一つ減り、2となる。

【0038】作業記憶部109は、おこなった調査項目およびその調査結果を格納している。入出力インターフェース部110は、入力装置111と出力装置112から構成され、具体的には、ディスプレイ等の表示装置、プリンタ等の印刷装置、キーボードやマウス等の入力装置から構成される。故障を起こしたエレベーターの製品名、型式、製造番号、ユーザが故障診断をおこなう上で優先する項目、故障現場の制約条件を入力する。

【0039】後に、図7で説明するように故障部位候補は、故障の可能性の高い順に表示される。ユーザが設定する優先順位、制約条件下で、調査順序を決定して調査項目を表示する。

【0040】〔故障診断システムの動作〕次に、図7および図8を用いて本発明に係る故障診断システムの動作について説明する。図7は、本発明に係る故障診断システムの表示画面を示す図である。図8は、本発明に係る故障診断システムによる診断手順を示すフローチャートである。

【0041】先ず、故障が発生すると、S1においてユ

ーザは入力装置111を用いて、故障した製品の固有情報(製品名702、型式703、製造番号704等)と故障現象709を入力する(S1)。また、ユーザが故障成立条件をチェックする際に優先する項目705と制約条件706を入力する。優先項目705とは、調査にあたって優先すべき項目であり、図7の例では、「時間」、「コスト」、「絞り込み能力」、「難易度」がある。これらの優先項目は、「時間」は、時間のかからないものから調査し、「コスト」は、コストのかからないものから調査することを示している。また、「絞り込み能力」は、絞り込み能力の高いものから調査することを意味している。このようにすれば、一つの調査項目で、確認できる事項が多くなるので、故障の原因が迅速に判明できることが期待できる。「難易度」は、調査の容易な項目から調査せよということである。これは、調査員が熟練者でないときには有効な調査項目であろう。

【0042】この例では、難易度が高く、かつ、コストがある程度かかっても、時間を優先し、早急に調査すべきであることを示している。また、この例では、優先項目として選択できるものは、一つだけになっているが、優先項目を番号付けできるようにして、優先項目の間にもプライオリティを設けることも考えられる。

【0043】制約条件706は、調査にあたっての制約となる条件を具体的にあげたものである。図7に示す例では、制約条件として、調査のための人員が一人であり、調査のために使える装置がテスターであることを示している。システムは、制約条件706に反する調査項目があるときには、警告を発するようにしても良いし、以下に述べる調査項目リスト708に表示しないようにしても良い。

【0044】次に、故障現象から故障と考えられる構成部位、故障現象と構成部位の因果関係の強さ(故障率または構成部位が過去に故障であると特定された故障回数で、図7の例では両方表示している。)、構成部位に対して故障と特定するに必要な調査項目、構成部位が故障であると特定するまでに必要な調査回数が、故障部位候補リスト707に表示される(S2)。

【0045】そして、故障部位候補リスト707には、原則として、故障現象に対して故障部位候補が因果関係の強い順に表示される。故障率と故障回数のどちらを重視するかは、ユーザがコマンド等により切り替えるようにすることができる。また、常に、故障率を優先して、故障部位候補リスト707に順位付けることにし、故障率を持たない、あるいは、判明していない場合には、故障回数から、一定の基準で求めることにしても良い。

【0046】また、因果関係の強さで順序を付ける際に、例えば、故障率で因果関係の強さを決定していれば、1番目と2番目以降の故障率の差が半別式β未満であれば、必要調査回数の小さい故障部位候補について成

立条件のチェックをおこなうようにしてもよい。これは、故障率の差よりも調査回数が少なくて済むかも知れないという調査の能率を重視するときである。因果関係の強さを回数で決める場合も同様にしてもよい。

【0047】故障部位候補のリレーに関する調査項目を選択するときには、故障部位候補リスト707のその表示部分を、マウスでクリックすれば良い。

【0048】そうすると、調査項目一覧に故障である構成部位を特定するために必要な調査項目リスト708が一覧表示される(S3)。図7に示す例では、表示画面701には調査項目に必要な時間、コスト、難易度、人員、絞り込み能力、使用装置が、調査項目リスト708に表示されている。

【0049】調査項目は、ユーザがあらかじめ設定した優先項目、制約条件において順序つけされており、その順に調査項目リスト708に表示される。調査順序を決定する際、例えば、故障復旧時間を短縮することをユーザが目指していれば、優先項目として、時間と絞り込み能力を併用して、1番目に調査時間の短い調査項目と2番目以降に調査時間の短い調査項目を比較して、その差が判定値 α 以下であれば、絞り込み能力の高い調査から実行するようにすれば合理的である。このように、調査項目のプライオリティとその組合せを、ユーザが任意に変更できるようにすれば、調査の柔軟性を増すことができる。

【0050】次に、ユーザは、順位の高い調査項目に関する調査を実施する(S4)。このときに、コスト優先の場合は、コストのかからない調査項目からおこなうようにし、時間優先の場合は、時間のかからない調査からおこなうようにする。

【0051】故障部位「リレー」についていと、もし本当に「リレー」が故障しているのであれば、コストを優先しても時間を優先している場合であっても、故障成立条件となっている全ての調査項目についてチェックをおこなうことになるが、故障成立条件をチェックする過程で故障成立条件を満たしていない(つまりは「リレー」は故障していない)となれば、結果として、コスト優先の場合は、コストのかからない調査項目からおこなうようにしているので、コストを押さえられるし、時間優先の場合は、時間のかからない調査からおこなうので、調査に要する時間を押さえることができる。

【0052】ユーザは、調査項目に関する調査を実行後に、図7の調査結果欄710に結果を入力する。

【0053】そして、システムは、入力された調査結果に基づいて、図2に示されるテーブル203に記された全ての故障成立条件(「リレー」だけでなく「トランス」「ドアモータ」他の故障成立条件を含む)をチェックする。

【0054】調査結果が故障成立条件を満たしていないければ(S5)、その構成部位は故障でないとして、次

に、因果関係の強い故障部位候補について必要な調査項目を調査項目リスト708に表示する。故障成立条件を満たしていれば、S6に進む。故障成立条件を満たさないものは、故障部位候補リスト707の故障成立条件に「不成立」と記入される。すなわち、「不成立」と記入された故障部位は、故障とは関連しないことが確かめられているわけである。

【0055】故障成立条件に含まれる調査項目全て(「リレー」であれば「抵抗値確認」「入力電圧確認」)を実行して故障が成立すれば(S6)、故障部位候補リスト707の成立条件が「成立」と表示され、S7に進む、全てを実行していなければS4に進み、ループする。

【0056】故障成立条件をチェックして故障している構成部位が特定でき(S6)、で実際に対策を行い復旧すれば(S7)、稼動時間における故障回数を更新する。対策を行った結果復旧しなければ、S3に進み、故障部位候補の選択からやりなおす。このようにして、故障が復旧すれば故障診断を終了することになる。

【0057】

【発明の効果】本発明によれば、製品の故障対策の故障診断方法において、故障と故障の原因の因果関係を定量的に評価し、かつ、その調査のための調査項目を、調査の優先条件に応じてきめ細かく調査すべき順位を提示することによって、状況に応じて適切な故障診断をおこなうことができる故障診断方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る故障診断システムのシステム構成図である。

【図2】知識機ベースに保持される諸テーブルの例を示す図である。

【図3】故障率管理テーブルの一例を示す図である。

【図4】故障回数管理テーブルの一例を示す図である。

【図5】製造日管理テーブルと修理・交換履歴テーブルの一例を示す図である。

【図6】調査条件管理テーブルと調査項目関連テーブルの一例を示す図である。

【図7】本発明に係る故障診断システムの表示画面を示す図である。

【図8】本発明に係る故障診断システムによる診断手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

101…知識ベース

104…故障率決定部

105…回数管理部

106…保守履歴管理データベース

107…推論制御部

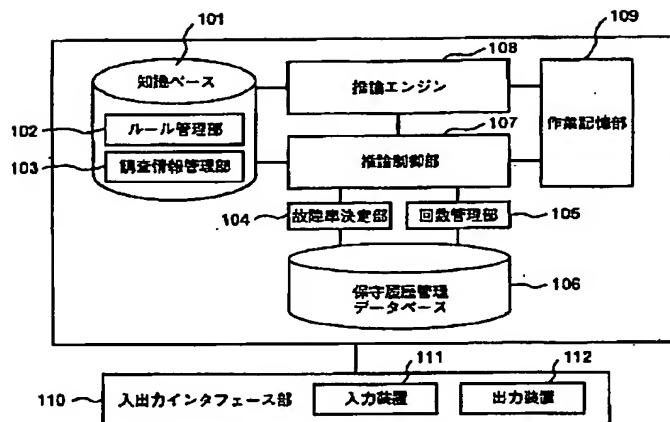
108…推論エンジン

109…作業記憶部

50 110…入出力インターフェース部

【図1】

図 1



【図3】

図 3

| 301 | | | | |
|----------|----|--------|-------------|-------|
| 製品 | 型式 | 部位 | 稼働時間における故障率 | |
| 交流リレー | B | リレー | 稼働時間 | 故障率 |
| | | | 0~1000時間 | 0.001 |
| | | | 1000~5000時間 | 0.002 |
| 交流トランジスタ | B | トランジスタ | 5001~ 時間 | 0.005 |
| | | | 0~1000時間 | 0.002 |
| | | | 1001~ 時間 | 0.001 |

302 303

【図2】

図 2

| 201 | | | 202 | | |
|------|----|--------|-------|------|--|
| (a) | | | (b) | | |
| 製品 | 型式 | 故障現象 | 故障部位 | 対策方法 | |
| 交流エレ | B | ドア閉まらず | リレー | | |
| 交流エレ | B | ドア閉まらず | トランジ | | |
| 直進エレ | A | ドア閉かず | ドアモータ | | |
| | | : | | | |

| 203 | | | | |
|------|----|--------|-------|----------------------|
| 製品 | 型式 | 故障現象 | 故障部位 | 故障成立条件 |
| 交流エレ | B | ドア閉まらず | リレー | 抵抗値確認(OK)、入力電圧確認(NG) |
| 交流エレ | B | ドア閉まらず | トランジ | 抵抗値確認(NG)、入力電圧確認(NG) |
| 交流エレ | B | ドア閉まらず | ドアモータ | 抵抗値確認(NG)、出力電流確認(NG) |
| | | : | | |

【図4】

図 4

| 401 | | | | |
|--------|----|------|--------------|------|
| 製品 | 型式 | 部位 | 稼働時間における故障回数 | |
| 交流リレー | B | リレー | 稼働時間 | 故障回数 |
| | | | 0~1000時間 | 10 |
| | | | 1000~5000時間 | 52 |
| 交流トランジ | B | トランジ | 5001~ 時間 | 202 |
| | | | 0~1000時間 | 46 |
| | | | 1001~ 時間 | 0 |

402 403

【図5】

図 5

| (a) | | | |
|------|----|----------|------------|
| 501 | | | |
| 製品 | 型式 | 製品番号 | 製造日 |
| 交流エレ | B | B-100001 | 1994.12.8 |
| 交流エレ | B | B-100002 | 1994.12.9 |
| 交流エレ | B | B-100003 | 1994.12.11 |

(b)

502

| 502 | | |
|----------|---------|------------|
| 製品番号 | 修理・交換履歴 | |
| | 部位 | 年月日 |
| B-100001 | リレー | 1995.5.11 |
| B-100001 | トランジ | 1995.7.7 |
| B-100002 | ブレーキ | 1995.11.12 |

【図6】

図 6

601

(a)

| 製品 | 型式 | 調査項目 | 時間(分) | コスト(¥) | 難易度 | 人員(人) | 使用装置 |
|------|----|--------|-------|--------|-----|-------|------|
| 交流エレ | B | 抵抗値確認 | 2 | 3,000 | A | 1 | テスタ |
| 交流エレ | B | 入力電圧確認 | 1 | 5,000 | C | 1 | テスタ |
| 交流エレ | B | 出力電流確認 | 20 | 10,000 | B | 2 | テスタ |
| | | ⋮ | | | | | |

602

(b)

| 製品 | 型式 | 調査項目 | 調査ある部位 | 絞り込み能力 |
|------|----|--------|-------------------|--------|
| 交流エレ | B | 抵抗値確認 | リレー, トランジスタ | 3 |
| 交流エレ | B | 入力電圧確認 | リレー, トランジスタ, バッファ | 3 |
| 交流エレ | B | 出力電流確認 | 電源, ロードレジistor | 2 |
| | | ⋮ | | |

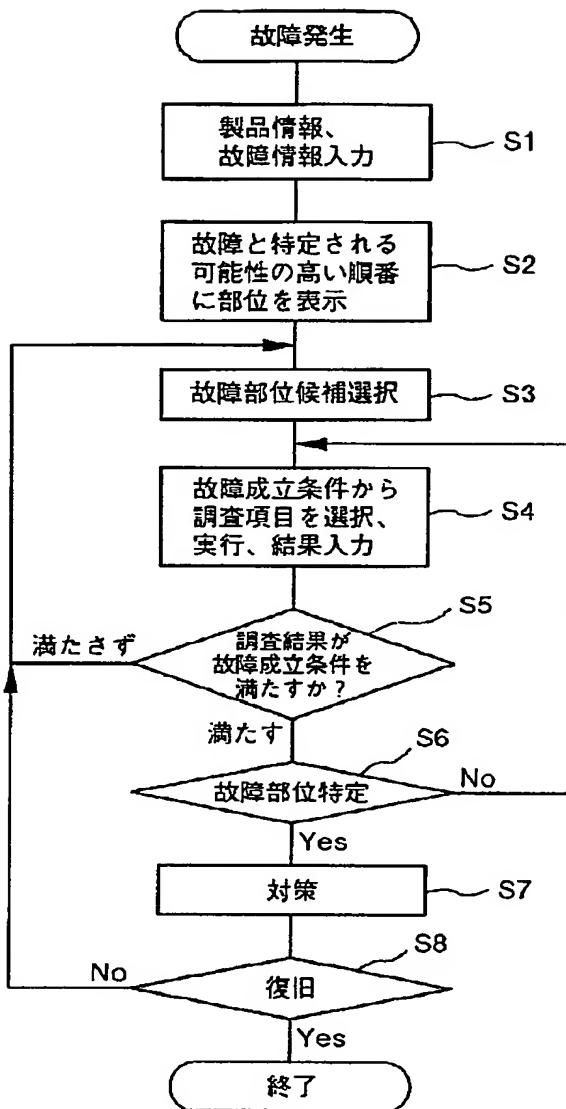
【図7】

図 7

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|--------|------|--------|------|-----|--------|------|---|-----|----|-------|---|--|---|------|---|-------|---|--|---|------|---|-------|---|--|---------------------|-----------------------------------------------|--------------------|-------------------|---------------|------|
| 702 | 703 | 704 | 701 | 709 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 製品名 交流エレ 型式 B 製造番号 B-100001 故障現象 ドア閉まらず | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 705 | 优先項目 <input checked="" type="radio"/> 時間 <input type="radio"/> コスト <input type="radio"/> 絞り込み能力 <input type="radio"/> 難易度 制約条件 人員 1人 / 使用装置 テスタ 706 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 707 <table border="1"> <tr> <td>順位</td> <td>故障部位検査</td> <td>故障回数</td> <td>故障率</td> <td>必要調査回数</td> <td>成立条件</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>リレー</td> <td>10</td> <td>0.005</td> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>トランジ</td> <td>5</td> <td>0.002</td> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>バッファ</td> <td>1</td> <td>0.001</td> <td>2</td> <td></td> </tr> </table> 708 <table border="1"> <tr> <td>故障部位検査 リレー に必要な調査項目</td> </tr> <tr> <td>順位 調査項目 結果 時間(分) コスト(¥) 難易度 人員(人) 絞り込み能力 使用装置</td> </tr> <tr> <td>1 入力電圧確認 C 1 5,000</td> </tr> <tr> <td>2 抵抗値確認 A 2 3,000</td> </tr> </table> 710 <table border="1"> <tr> <td>選択調査結果 入力電圧確認</td> <td>調査結果</td> </tr> </table> | | | | | 順位 | 故障部位検査 | 故障回数 | 故障率 | 必要調査回数 | 成立条件 | 1 | リレー | 10 | 0.005 | 2 | | 2 | トランジ | 5 | 0.002 | 2 | | 3 | バッファ | 1 | 0.001 | 2 | | 故障部位検査 リレー に必要な調査項目 | 順位 調査項目 結果 時間(分) コスト(¥) 難易度 人員(人) 絞り込み能力 使用装置 | 1 入力電圧確認 C 1 5,000 | 2 抵抗値確認 A 2 3,000 | 選択調査結果 入力電圧確認 | 調査結果 |
| 順位 | 故障部位検査 | 故障回数 | 故障率 | 必要調査回数 | 成立条件 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | リレー | 10 | 0.005 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | トランジ | 5 | 0.002 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | バッファ | 1 | 0.001 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 故障部位検査 リレー に必要な調査項目 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 順位 調査項目 結果 時間(分) コスト(¥) 難易度 人員(人) 絞り込み能力 使用装置 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 入力電圧確認 C 1 5,000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 抵抗値確認 A 2 3,000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 選択調査結果 入力電圧確認 | 調査結果 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

【図8】

図 8



フロントページの続き

(72)発明者 越柴 絵里
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
 式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 津山 努
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
 式会社日立製作所生産技術研究所内